

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 1997 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02008212

SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

PUB. NO.: 61-222312 [JP 61222312 A]
PUBLISHED: October 02, 1986 (19861002)
INVENTOR(s): OKUBO SHIGEAKI
MAKINO SHINGO
APPLICANT(s): NEC KANSAI LTD [485545] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 60-063055 [JP 8563055]
FILED: March 27, 1985 (19850327)
INTL CLASS: [4] H03H-009/25
JAPIO CLASS: 44.1 (COMMUNICATION -- Transmission Circuits &
Antennae)
JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES)
JOURNAL: Section: E, Section No. 483, Vol. 11, No. 61,
Pg. 140, February 25, 1987 (19870225)

ABSTRACT

PURPOSE: To increase the electrode interval and to improve the resonance frequency by providing a crystal substrate and an electrode so that the X axis direction of the crystal substrate and a surface wave propagation direction are nearly 90 deg..

CONSTITUTION: A piezoelectric thin film 11 and thin film electrodes 12, 13 are formed on the crystal substrate 10 cut by the ST cut decided Euler angles ϕ , θ , ψ from the crystal having crystal axes of X, Y, Z. In this case, the Euler angle ϕ of the ST cut is set nearly 90 deg. and the propagation direction of the surface wave propagated on the crystal substrate 10 takes nearly 90 deg. in the propagation direction by the ST cut by forming the electrodes 12, 13.

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-222312

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)10月2日

H 03 H 9/25

C-8425-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 弾性表面波装置

⑰ 特 願 昭60-63055

⑱ 出 願 昭60(1985)3月27日

⑲ 発 明 者 大 久 保 成 章 大津市晴嵐2丁目9番1号 関西日本電気株式会社内

⑳ 発 明 者 牧 野 真 吾 大津市晴嵐2丁目9番1号 関西日本電気株式会社内

㉑ 出 願 人 関西日本電気株式会社 大津市晴嵐2丁目9番1号

㉒ 代 理 人 弁理士 江 原 省 吾

明 細 書

1. 発明の名称

弾性表面波装置

2. 特許請求の範囲

(1) X、Y、Zからなる結晶軸を有する水晶体から ϕ 、 θ 、 ϕ のオイラー角で決定されるSTカットで切り出された水晶基板上に圧電薄膜と薄膜状電極体を形成したものであって、上記STカットのオイラー角 ϕ は略90°に設定されると共に、上記電極体は水晶基板上を伝搬する表面波の伝搬方向がSTカットによる伝搬方向と略90°の角度になる方向で形成されたことを特徴とする弾性表面波装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は各種通信機器における発振器の発振子等に応用されている弾性表面波装置に関する。

従来の技術

一般に弾性表面波装置は水晶、タンタル酸リチウム等の単結晶やセラミックなどからなる圧

電基板の圧電効果による弾性表面波を利用したもので、特に共振素子として使用される弾性表面波共振子(以下SAW共振子と称す)では、上記圧電性基板に水晶基板を使用することが多い。

例えば水晶基板を使用したSAW共振子の具体例を第7図及び第8図を参照して説明すると、(1)は圧電性基板である水晶基板、(2)は一定間隔 λ 毎に区切られた楕形の電極体の一対を互いに楕歯をかみ合わせて水晶基板(1)上に形成したA₂蒸着膜による楕形電極、(3)は楕形電極(2)により励起された表面波の反射器で、楕形電極(2)の両側の水晶基板(1)上に表面波の伝播方向と直交する縦長のパターンで形成したA₂蒸着膜によるグレーティング電極(4)(4)から形成されている。

上記SAW共振子における楕形電極(2)にパルス電圧を印加すると、圧電効果により隣り合う電極間の基板表面に互いに逆位相の歪みが生じ、波長 λ の表面波が励起される。この表面

波は水晶基板(1)上を伝播し、反射器(3)(3)の各グレーティング電極(4)(4)に到達する毎に反射波と透過波に分かれる。そこで各グレーティング電極(4)(4)からの反射波の位相が揃うように各グレーティング電極(4)(4)間の間隔を決めれば第8図の破線に示すように各反射器(3)(3)間に波長 λ の定在波が励起され共振子となる。上記表面波又は反射波の共振周波数 $f = V/\lambda$ (V は伝播速度)で与えられ、波長 λ は電極間ピッチで決定され、且つ、伝播速度 V は圧電性基板の材質によって決定される。

このようなSAW共振子における水晶基板(1)は第9図に示すようなX、Y、Z軸からなる結晶軸を有する水晶体(5)から切り出して製造され、水晶基板(1)上を伝播する表面波の伝播速度 V は水晶体(5)からの水晶基板(1)の切出し方によって決定される。そこでこの水晶基板(1)の切り出しを次なるSTカット法で行っている。このSTカット法を説明

すると、いま第9図に示すようにカット面を表すため水晶体(5)のXYZ軸に対して ϕ 、 θ 、 ψ の3個のパラメータからなるオイラー角表示を使用する。オイラー角 ϕ はZ軸を中心としたX軸からの回転角、即ち $Z=0$ の基準面(m_0)上でのX軸となす角度で、またオイラー角 θ はカット面(m_1)の法線 n とZ軸となす角度で、更にオイラー角 ψ はカット面(m_1)上において基準面(m_0)及びカット面(m_1)の交線 l となす角度で、表面波の伝播方向を示す。

ここでオイラー角 ϕ 、 θ 、 ψ によって所望のカット面を決定し、例えばSTカットの場合、 $\phi=0^\circ$ 、 $\theta=132.75^\circ$ 、 $\psi=0^\circ$ からなるオイラー角によって第11図に示すようにカット面(m_2)が決定され、このカット面(m_2)が板面となるような水晶基板(1)を水晶体(5)から切り出す。この時、上記オイラー角 $\phi=0^\circ$ であるため水晶基板(1)上を伝播する表面波の伝播方向は第12図の矢印に示すようにX軸方

向となり、このX軸方向と直交する方向に櫛歯がかみ合うように櫛形電極(2)を水晶基板(1)上に形成して第13図に示すSAW共振子を得ている。

発明が解決しようとする問題点

ところで、SAW共振子の共振周波数 f はUHF帯にまで益々高周波化される傾向にあるが、水晶基板における弾性表面波の伝播速度 V は約3158m/sで、この伝播速度 V で共振周波数 f をUHF帯にまで上げるには電極間隔 λ を数 μ m以下でサブミクロン単位の精度で設定する必要がある。しかし、このような微細パターンの電極形成は極めて高度なフォトリソグラフィ技術を必要としてプロセス技術的に困難性を伴い、事実上SAW共振子の高周波化を難しくしている。上記問題点を解決するものとして、本出願人は特願昭59-195610号に次なるものを開示した。これをSAW共振子を例に第4図乃至第6図を参照して説明すると、

(7)は水晶基板で、その上面に従来同様のパ

ターンで櫛形電極(8)とグレーティング電極(9)(9)が形成される。水晶基板(7)は第9図に示すようなXYZ軸の結晶軸を有する水晶体(5)から切り出されたもので、この切出し方は従来同様にXYZ軸に対して ϕ 、 θ 、 ψ の3つのパラメータからなるオイラー角表示を使用すると、第5図に示すように $\phi=0^\circ$ 、 $\theta=132.75^\circ$ 、 $\psi=90^\circ$ なるオイラー角によるカット面(m_3)が決定され、このカット面(m_3)が板面となるように水晶体(5)から水晶基板(7)が切り出される。この場合、オイラー角 ψ が 90° であるため水晶基板(7)上を伝播する表面波の伝播方向は第6図の矢印で示すようにX軸と直交する方向となり、この伝播方向と直交する方向に櫛歯がかみ合うように櫛形電極(8)を水晶基板(7)上に形成する。

このような構造のSAW共振子は表面波の伝播速度が従来品のそれに比べ約1.6倍も大きくなることが実験的に確認され、これにより電極間隔が大きく設定できて、SAW共振子の共振

周波数の高周波数化に十分対応できることが分かっている。しかしながら、前記技術は、オイラー角 $\psi = 0^\circ$ のものに比べ、電気機械結合係数が減少するという問題と、周波数温度特性が悪化するという問題があった。

一般的に電気機械結合係数による問題点と周波数温度特性による問題点を解決するものとして、非圧電性基板上に ZnO 、 AlN 等の圧電薄膜と電極体を積層形成した、いわゆる薄膜型 SAW 共振子が知られている。これには例えば第14図及び第15図に示すようにバイレックス・溶融石英などの基板(1)上に圧電薄膜(6)を形成し、この圧電薄膜(6)上に伝搬方向を直交する方向で電極体(2)(4)を形成したものや、図示しないが同じ基板上に先ず伝搬方向と直交する方向で電極体を形成してからこの電極体を被うように圧電薄膜を形成したものなど様々な構造のものがあり、このような薄膜型 SAW 共振子は圧電薄膜の厚さを小さく設定することにより電気機械結合係数を大きくでき、

しかも圧電薄膜の膜厚を変えると周波数温度係数が変化することがわかっている。しかし乍ら、共振周波数の高周波化に伴う電極間隔の縮小化による製造上の上記問題点が残され、早急な解決策が要望されていた。

問題点を解決するための手段

本発明は上記要望に応じるもので、X、Y、Z からなる結晶軸を有する水晶体から ϕ 、 θ 、 ψ のオイラー角で決定される ST カットで切り出された水晶基板上に圧電薄膜と薄膜状電極体を形成したものであって、上記 ST カットのオイラー角 ψ は略 90° に設定されると共に、上記電極体は水晶基板上を伝搬する表面波の伝搬方向が ST カットによる伝搬方向と略 90° の角度になる方向で形成された弾性表面波装置を提供する。

作用

上記本発明の構造にすることにより、薄膜型弾性表面波装置の特徴である大きな電気機械結合係数、小さな温度周波数係数の利点がある。

ま活され、また電極体を水晶基板を伝搬する表面波の伝播方向が ST カットによる伝搬方向と略 90° 角度になる方向で形成することにより、表面波の伝搬速度が増大して電極体の電極間隔が大きくとれるようになり、電極形成が容易になる。

実施例

本発明は、前記特願昭59-195610号に開示した前記前提技術を薄膜型弾性表面波装置に適用したもので、以下本発明の例えば SAW 共振子に適用した一実施例を第1図及び第2図に基づき説明する。

この実施例における(10)は水晶基板、(11)は水晶基板(10)上に形成した ZnO 等の圧電薄膜、(12)及び(13)(13)は圧電薄膜(11)上に形成した楕形電極及びグレーティング電極である。水晶基板(10)は第4図の水晶基板(7)と同様にオイラー角 $\psi = 90^\circ$ で切り出されたもので、その結晶軸の X 軸方向は表面波の伝搬方向とほぼ直交する。圧電薄膜(11)は水

晶基板(10)の電気機械結合係数を大きくする作用と周波数温度係数を小さくする作用を有する。各電極(12)(13)(13)は水晶基板(10)の X 軸方向と略 90° の方向に表面波の伝搬方向を決めるパターンで作成され、これにより表面波伝搬速度はオイラー角 $\psi = 0^\circ$ のものに比べ約 1.6 倍になる。

尚、本発明は上記実施例に限らず、例えば第3図に示すように上記水晶基板(10)上に各電極(12)(13)(13)を先に形成した後で圧電薄膜(11)を形成したものや、図示しないが圧電薄膜(11)の電極(12)(13)(13)との対向面側に薄膜状の金属対向電極を追加形成したものであってもよい。また、楕形電極の領域のみ圧電薄膜を形成したものでもよい。なお本発明は SAW 共振子に限らず SAW フィルタなどにも同様に適用し得る。

発明の効果

本発明によれば水晶基板の X 軸方向と表面波伝搬方向とが略 90° になるように水晶基板と電

極を設けたので、表面波の伝搬速度が一段と向上し、従って電極間隔が大きく設定できて、特にSAW共振子においては共振周波数の高周波数化の要求に十分に対応することができる。しかも、水晶基板に圧電薄膜を形成したことにより、伝搬方向が水晶基板のX軸方向と略90°になることによる結合係数の減少、温度特性の劣化を防ぐ事ができる。

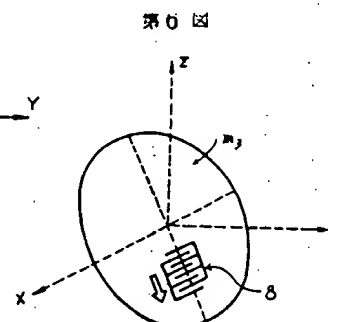
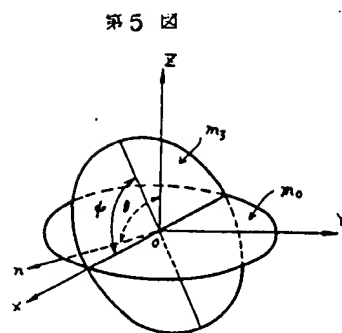
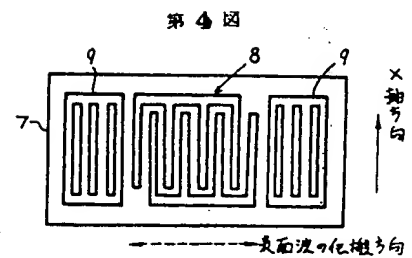
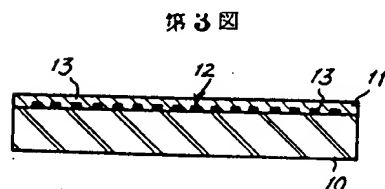
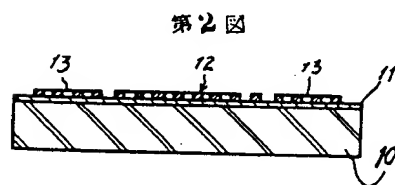
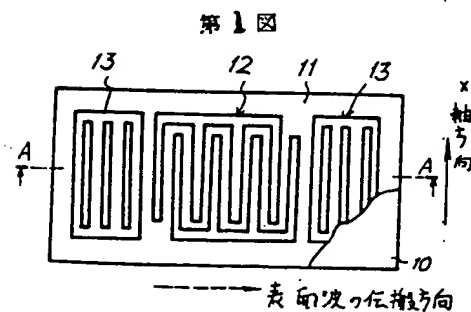
4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図は本発明の一実施例を示す平面図及びA-A線断面図、第3図は本発明の他の実施例を示す断面図である。第4図は本発明の前提技術を説明するためのSAW共振子の平面図、第5図及び第6図は第4図のSAW共振子の基板のオイラー角表示によるカット面説明図である。第7図及び第8図は従来のSAW共振子の斜視図及びB-B線に沿う拡大断面図、第9図は水晶体の斜視図、第10図乃至第12図は第7図のSAW共振子の基板のオイラー角表示によるカット面説明図、第13図は第7図の

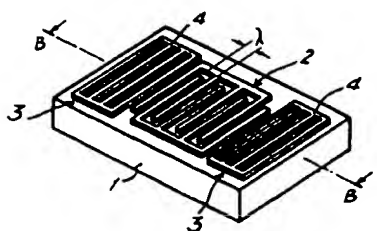
SAW共振子の平面図、第14図及び第15図は他の従来のSAW共振子の平面図及びC-C線断面図である。

(10) ……水晶基板、(11) ……圧電薄膜、(12) ……電極体（楕形電極）。

特 許 出 願 人 関西日本電気株式会社
代 理 人 江 原 省 吾



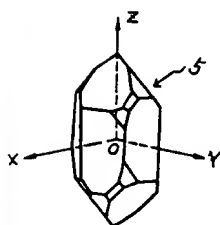
第7図



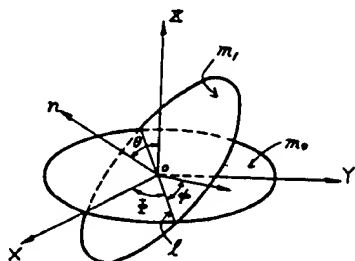
第8図



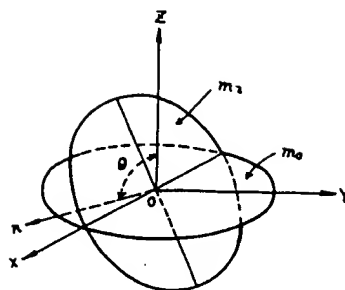
第9図



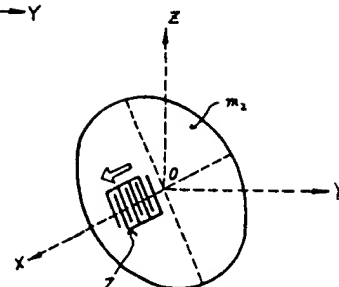
第10図



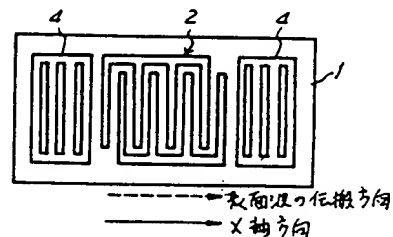
第11図



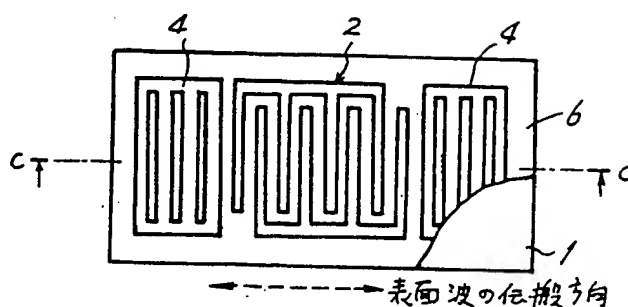
第12図



第13図



第14図



第15図

